

초고층 건물의 층고저감을 위한 공조시스템

건축물의 층고저감을 통한 건축공사비의 절감, 공간의 유효이용, 기기에 가해지는 압력저하 및 반송동력의 절약이 가능한 층고저감형 공조시스템에 대하여 소개하고자 한다.

신현준, 김보철

산업의 발전에 따른 도시화의 영향으로 대도시에서는 가용공간을 확보하기 위하여 건물의 고층화와 지하공간의 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 최근 증가추세에 있는 초고층주상복합건물, 초고층아파트는 건물의 높이가 증가함으로 인하여 건축공사비의 증가는 물론 설비적인 측면에서는 저층부의 수압이 상승하여 높은 수압과 수격작용(water hammer)에 대한 배관 및 기기의 내압강도와 안전대책이 요구된다. 또한 건물의 초고층화로 인하여 열원에서 공조기까지, 공조기에서 실내기기까지의 수직거리(vertical distance)가 길어지게 되어 연장된 공조덕트 및 배관의 길이로 인해 반송동력비의 상승에도 큰 영향을 미치게 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 기기 및 재료의 선정시 내압을 고려하거나 기기의 적정배치와 zoning을 통해 상기의 문제점을 해결하는 방법을 적극 채용하고 있다. 하지만 보다 근본적인 문제해결 방법으로 건물의 층고저감에 의한 건축공사비 및 연간운전비의 절감을 통한 건물에서의 소비에너지량 감소로 부존자원이 부족한 우리나라의 에너지수급정책에 기여하여야 할 것이다.

본 고에서는 건축물의 층고저감 효과를 얻을 수 있는 공조시스템에 대해 전반적으로 기술하고자 한다.

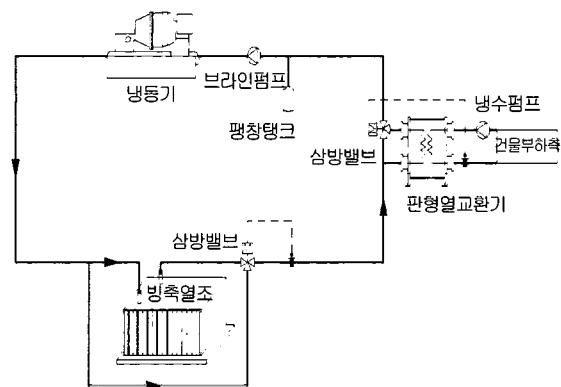
저온급기 공조시스템

저온급기 공조시스템(cold air distribution system)은 기존의 쾌적공조시스템이 취출온도 15~

16℃($\Delta t \approx 10^\circ\text{C}$)의 공기를 실내로 송풍하는데 비해 일반적으로 빙축열에 의해 얻어진 저온의 냉수(0~4℃)를 사용하여 7℃ 또는 9.8℃의 저온공기를 취출하는 공조방식이다. 그림 1은 빙축열을 이용한 저온급기 공조시스템의 개략도를 나타내고 있다(빙축열시스템에 대한 자세한 내용은 지면관계상 생략).

저온급기 공조시스템은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- 실내로의 송풍량 감소로 인한 덕트의 축소 및 층고저감으로 건축공사비 절감이 가능하다.
- 저하된 송풍량으로 인하여 송풍기의 소형화가 가능하며 반송동력이 감소하여 운전비가 절감된다.
- 저온의 냉수로 배관경의 축소 및 수반송동력의 절감이 가능하다.



[그림 1] 빙축열을 이용한 저온급기 공조시스템(Chiller Upstream 방식)

신현준 한국건설기술연구원 건축연구부(hjshin@kict.re.kr)

김보철 한국건설기술연구원 건축연구부(bocheol@kict.re.kr)

- 제습량이 증가하여 실내의 상대습도가 저하하여 실내쾌감도가 높다.
- 향후 부하 증가로 인한 건물의 개보수(renovation) 시 기존 덕트 및 배관의 추가적인 설비가 필요없어 부하에 대한 유연성(flexibility)이 뛰어나다.

저온공조에서는 취출온도가 낮기 때문에 재실자가 콜드드래프트(cold draft)를 느낄 수 있으며 또한 취출구 표면에서 결로가 발생할 우려가 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 실내환기와 주공기(공조공기)를 취출구를 통과하기 이전에 혼합시키는 공기분배터미널인 FPU(fan powered unit)이 많이 적용되고 있다. 한편 값싼 심야전력이용 및 세제혜택 등의 호조건으로 인해 최근 그 적용사례가 증가추세에 있는 빙축열시스템을 냉열원으로 사용하는 저온급기 공조시스템을 신축건물에 적용하게 되면 층고저감으로 인한 부대효과는 물론 빙축열 열원의 이용율을 높임과 동시에 공조효율도 높일 수 있으므로 건물전체의 에너지효율을 극대화할 수 있다. 또한 기존 건축물에 있어 냉방부하가 증가하여 대처가 곤란한 경우, 기존 덕트 및 배관의 추가설비없이 부하대응이 가능하므로 기존 건물을 개보수하는 경우 적극적인 채용이 권장된다.

바닥취출 공조시스템

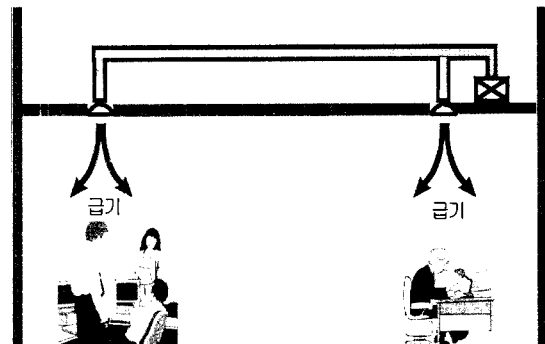
바닥취출 공조시스템(UFAC : under floor air conditioning system)은 그림 2에 나타난 것처럼 기존의 전형적인 천장취출공조시스템과는 반대로 바닥에서 공조공기가 취출되는 공조방식이다. 바닥취출 공조시스템은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- 천장의 덕트스페이스(duct space)가 불필요하므로 층고감소로 인한 건축공사비가 감소하며 공간의 효율적인 이용이 가능하다.
- 재실자나 작업환경 주변에 대한 국부적인 부하처리가 가능하여 재실자가 느끼는 쾌적감이 높다.
- 천장고가 높은 공간에서도 거주영역을 한정된 공조가 가능하여 불필요한 열부하를 감소시킬 수 있어 에너지 절약효과가 크다.

- 바닥취출구의 위치변경만으로 실내구조나 용도 변경에 능동적인 배치가 가능하다.
- 부하증가에 대한 유연성이 높다.

특히 바닥취출 공조시스템에서는 공기의 밀도차에 의해 냉방시에는 차가운 공기가 하부로 향하기 때문에 수직으로 취출하는 것이 좋으며 난방시에는 따뜻한 공기가 상부로 향하기 때문에 주변으로 많이 확산시키는 것이 바람직하다. 그러므로 냉난방에 따라 실내로 취출되는 기류속도 및 방향을 조절할 수 있는 급기구의 선정이 본 시스템의 핵심사항이다.

바닥취출 공조시스템은 유럽과 미국, 일본과 같은 선진국가에서는 그 보급 및 기술개발이 활발하게 진행되고 있으며 국내의 경우는 1980년대 주로 대기업



[그림 2] 천장취출형 공조시스템과 바닥취출형 공조시스템 개략도

및 관공서의 대형컴퓨터실에 Access Floor란 이름으로 도입되어 전산기기의 열부하 제거용으로 사용되어 지다가 1990년대에 들어서 일반 오피스건물(삼성건설기술연구소 연구동 일부층, 신성이엔지 본사 회의실 한 개층, 삼성데이터시스템 교육센터 빌딩, 전자통신연구소 건물 등)에 본격적으로 적용되고 있지만 그 보급량은 저조한 실정이다.

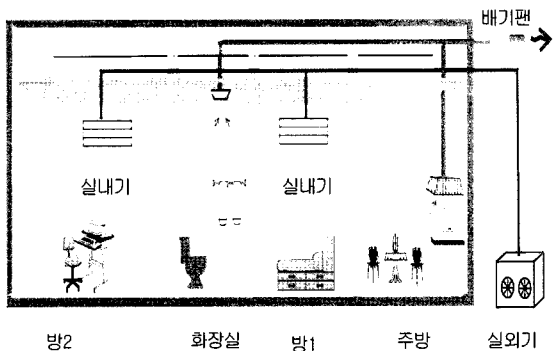
하지만 본 방식은 상기한 바와 같이 일반오피스건물은 물론 천장고가 높은 대형홀, 극장, 교회 등의 공조방식으로 적합하며 실내구조변경이나 부하특성 변화에 대한 대응성이 우수하여 앞으로 신축건물에 많이 적용될 전망이다.

멀티유닛형 에어컨(공냉식)

멀티유닛형 에어컨(multi unit type air conditioner 이하, 멀티공조시스템)은 시스템에어컨, 천장형에어컨, 멀티에어컨 등의 여러 가지 이름으로 불려지고 있으며 그림 3과 같이 한 대의 실외기에서 다수의 실내기를 냉매배관으로 연결한 시스템으로 개별운전이 가능하며 히트펌프(heat pump)방식을 채용하는 경우는 난방도 가능하다.

멀티공조시스템은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

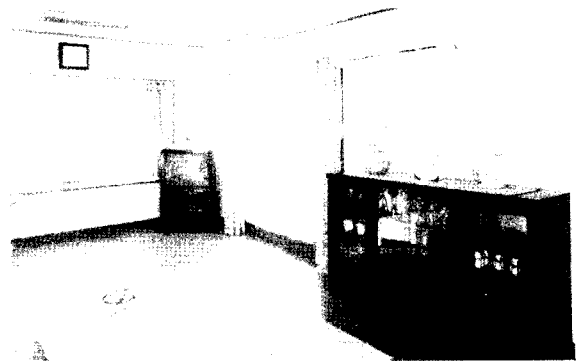
- 컴팩트한 실내기의 설치에 따른 층고감소로 인한 건축공사비가 감소하며 중앙공조방식과는 달리 별도의 공조기계실이 불필요하여 공간의 효율적인 이용이 가능하다.



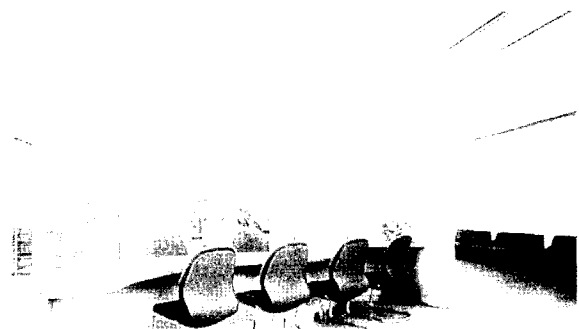
[그림 3] 주거용 건물에 설치된 공냉식 멀티공조시스템

- 열반송동력이 작고 냉매의 변유량(VRV : variable refrigerant volume)제어에 의한 에너지 절약이 가능하다.
- 실내 각 유닛마다 개별제어가 가능하고 증설, 칸막이변경의 대응성이 우수하다.
- 덕트 설치나 취출구 설치시와는 달리 실내공간에 따라 여러 종류의 실내기(천장카세트형, 천장매립형, 벽걸이형, 코너형 등)를 조합할 수 있어 실내인테리어성을 향상시킬 수 있다.
- 중앙 공조방식에 비해 유지보수가 간편하며 개별제어가 가능하므로 운전요금에 대한 민원발생의 우려가 없다.

공냉식 멀티공조시스템은 냉방시 냉매의 응축열원으로, 난방시 냉매의 증발열원으로 사용되는 외기의 온도변화에 따라 시스템의 성능이 변화하는 결점이



(a) 벽걸이형



(b) 양방향 천장카세트형

[그림 4] 실내기 설치 전경

있다. 이러한 문제점을 해결함과 동시에 가스냉방보급확대를 통한 고유가 극복을 위해 가스엔진구동열펌프(GHP : gas engine driven heat pump)의 보급이 에너지 수급사정이 우리와 비슷한 일본에서는 증가하고 있는 추세이며 우리나라도 머지않아 GHP의 보급이 급물살을 이룰것으로 예측된다.

공냉식 멀티공조시스템은 최근 초고층주상복합건물 및 초고층아파트에 대한 적용사례가 증가하고 있으며 건물리모델링 시장이 새로운 건설시장으로 떠오르면서 이에 맞물려 냉난방설비의 공사비가 저렴하고 설치가 간단한 멀티공조시스템의 보급이 증가할 것으로 예상된다.

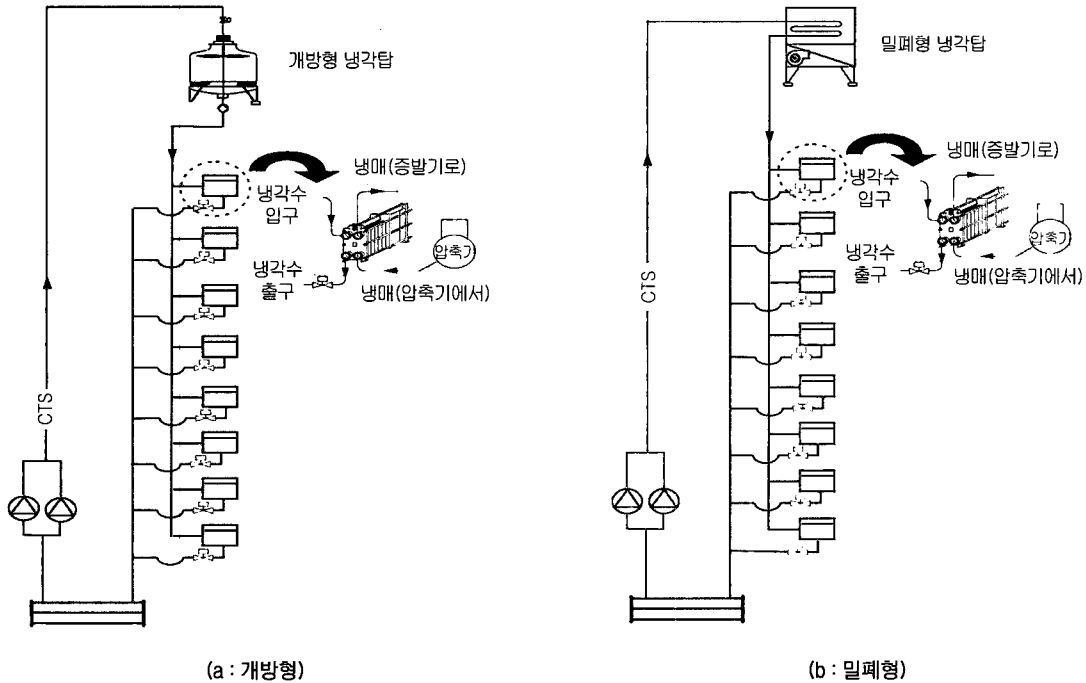
멀티유닛형 에어컨(수냉식)

수냉식 멀티공조시스템은 그림 5와 같이 냉각탑과 최근 사용추세가 증가하고 있는 판형열교환기를 내장한 수냉식응축기의 조합으로 중앙식 공조방식과 공냉

식 멀티공조시스템의 단점을 보완한 에너지절약형 공조시스템이다.

수냉식 멀티공조시스템은 상기한 공냉식 멀티공조시스템의 특징 외에도 다음과 같은 특징을 가지고 있다.

- 판형열교환기를 내장한 수냉식 응축기의 채용으로 인하여 열교환능력이 상승하여 실외기의 소요면적을 대폭 감소시킬 수 있다.
- 외기온도에 의해 시스템의 효율이 크게 좌우되는 공냉식에 비해 열원의 온도변화가 적어 안정적인 열공급이 가능하다.
- 각 공간에 대한 냉방수요에 따라 냉각탑으로의 냉각수량을 제어(펌프의 대수제어, 회전수제어 등)함으로써 반송동력의 절감이 가능하다.
- 실외기의 소음, 진동발생 방지로 쾌적한 실내환경을 구현할 수 있다.
- 냉각수배관라인을 동일수직계통으로 하여 실외기를 적은 바닥면적으로 일괄 배치할 수 있게 되어 설치장소 및 미관상의 문제를 해결할 수 있다.



[그림 5] 수냉식 멀티공조시스템

- 시스템의 집중관리가 용이하다.

특히 수냉식 멀티공조시스템은 난방의 경우, 건물에서의 온배열을 증발기의 증발열원으로 이용하게 되면 연간 안정적인 냉난방이 가능하다.

국내의 경우, 공냉식 멀티공조시스템과는 달리 이와 같은 수냉식 멀티공조시스템의 적용사례는 거의 찾아볼 수 없는 실정이지만 상기의 특징과 우리나라의 기후특성을 고려한다면 GHP와 함께 향후 그 기술개발 및 보급이 증가할 것으로 기대된다.

수 · 공기겸용 공조시스템

중앙식 공조방식은 크게 전공기방식(all air system), 수-공기방식(water-air system), 전수방식(all water system)으로 대별된다.

이 중에서 실내공기의 질(IAQ : indoor air quality)과 실내소음 및 유지관리 등의 측면에서 유리하다고 평가되는 전공기방식(all air system)의 경우, 실내공기질을 적절히 유지하기 위한 신선 도입외기량과 냉난방부하 제거를 위해 필요한 순환공기량을 모두 중앙공조기에서 처리하므로 공조풍량이 크게 증가되어 덕트의 크기가 커지게 되어 층고가 상승할 뿐 아니라 송풍동력도 증가되는 결과를 초래한다.

이에 반해 수 · 공기겸용 공조시스템은 건물에서 발생하는 냉난방부하를 처리하기 위한 열매체로서 물을

사용함으로써 덕트스페이스 감소로 인한 건물의 층고를 줄일 수 있을 뿐 아니라 반송동력도 크게 절감할 수 있는 시스템이다. 수-공기방식에 의한 공조시스템의 개략도를 그림 6에 나타내었다.

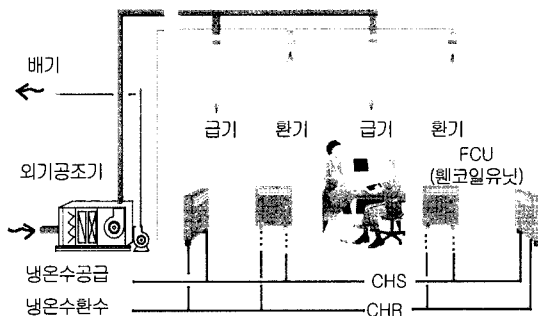
현재 사용되고 있는 수 · 공기방식은 실내유닛의 종류에 따라 유인유닛방식(induction unit system), 덕트병용 팬코일유닛방식(fan coil unit system)으로 크게 구분할 수 있다. 또한 최근에는 그림 7과 같이 천장에 유닛 또는 공조기를 설치하여 층고감소 및 바닥면적의 유효활용, 미려한 인테리어공간 확보를 꾀하는 천장분산형 시스템이 현장에서 폭 넓게 적용되고 있다.

하지만 수 · 공기겸용 공조시스템은 유닛에 대한 점검 및 관리의 필요성, 고성능필터의 사용이 제한되고 풍량 및 용량에 대한 제어가 전공기방식에 비해 복잡하다는 등의 단점이 있다.

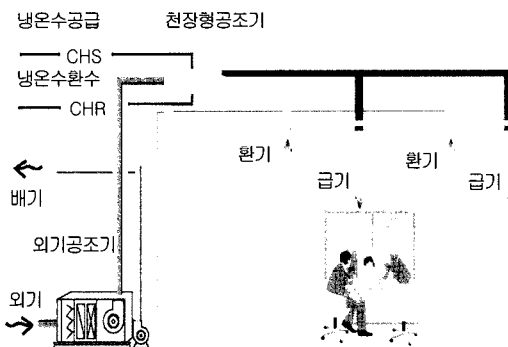
따라서 초고층건물의 건립이 증가하고 건물 공조부분에 대한 에너지 사용량이 크게 증가하고 있는 현 시점에서 이와 같은 결점을 보완할 수 있는 수 · 공기겸용 공조시스템의 연구개발 및 적용이 절실하게 요구된다.

맺음말

본 고에서는 건축물의 층고저감을 위한 공조시스템에 대하여 개략적으로 기술하였다. 상기한 바와 같이 건축물의 층고저감을 통한 건축공사비의 절감, 공간



[그림 6] 수 · 공기겸용 공조시스템(덕트+바닥상치 FCU)



[그림 7] 수 · 공기겸용 천장분산형 공조시스템

의 유효이용 등의 건축적 측면에서의 기대효과는 건축주, 사용자는 물론 정부 차원에서도 실로 엄청나다 할 수 있다.

또한 건물의 용도에 따라 차이는 있지만 일반 사무소건물의 경우, 건물 전체 소비에너지의 약 47%가 공조용이며 이 중에서 반송동력이 차지하는 비율이 약 27%정도라는 사실을 감안한다면 설비적 측면에서의

연간 운전비의 대폭적인 절감 또한 기대할 수 있다.

따라서 최근과 같이 초고층 주상복합건물 및 초고층 아파트가 지속적으로 건립되고 있는 시점에서 층고저감형 공조시스템의 도입 및 적용은 필수적이며 이러한 시스템들의 성능향상을 위한 연구개발 및 투자가 활발히 진행되어야 할 것으로 사료된다. ●

한국산업규격 제정 및 개정 안내

기술표준원 고시 제 2001 - 978호

구 분	규 격 번 호	규 격 명
제정	KS B ISO 5199	원심펌프의 기술시방 - 2급
	KS B ISO 3069	한쪽흡입 원심펌프-기계컬 실과 소프트패킹용 빈 공간의 치수
개정	KS B 6504	공사용 수중 펌프
	KS B 6301	원심펌프, 사류펌프 및 축류펌프의 시험 및 검사방법
	KS B 6302	펌프 토출량 측정방법
	KS B 6305	자흡식 원심펌프의 시험 및 검사방법
	KS B 6325	모형에 의한 펌프성능 시험방법
	KS B 6360	펌프의 소음 레벨 측정방법